Простые усилители высокой частоты (УВЧ) для приемников

Усилители высоких частот (УВЧ) применяются для увеличения чувствительности радиоприемных средств - радиоприемников, телевизоров, радиопередатчиков. Помещенные между приемной антенной и входом радио или телеприемника, подобные схемы УВЧ увеличивают сигнал, поступающий от антенны (антенные усилители).

Использование таких усилителей позволяет увеличить радиус уверенного радиоприема, в случае радиостанций (приемо-передающих устройств -приемопередатчиков) либо увеличить дальность работы, либо при сохранении той же дальности уменьшить мощность излучения радиопередатчика.

На рис.1 приведены примеры схем УВЧ, часто используемых для увеличения чувствительности радиосредств. Значения используемых элементов зависят от конкретных условий: от частот (нижней и верхней) радиодиапазона, от антенны, от параметров последующего каскада, от напряжения питания и т.д.

На рис.1 (а) приведена **схема широкополосного УВЧ** на одном транзисторе, включенном **по схеме с общим эмиттером** (ОЭ). В зависимости от используемого транзистора данная схема может успешно применяться до частот в сотни мегагерц.

Необходимо напомнить, что в справочных данных на транзисторы приводятся предельные частотные параметры. Известно, что при оценке частотных возможностей транзистора для генератора, достаточно ориентироваться на предельное значение рабочей частоты, которое должно быть, как минимум, в два-три раза ниже предельной частоты, указанной в паспорте. Однако для ВЧ-усилителя, включенного по схеме ОЭ, предельную паспортную частоту уже необходимо уменьшать, как минимум, на порядок и более.

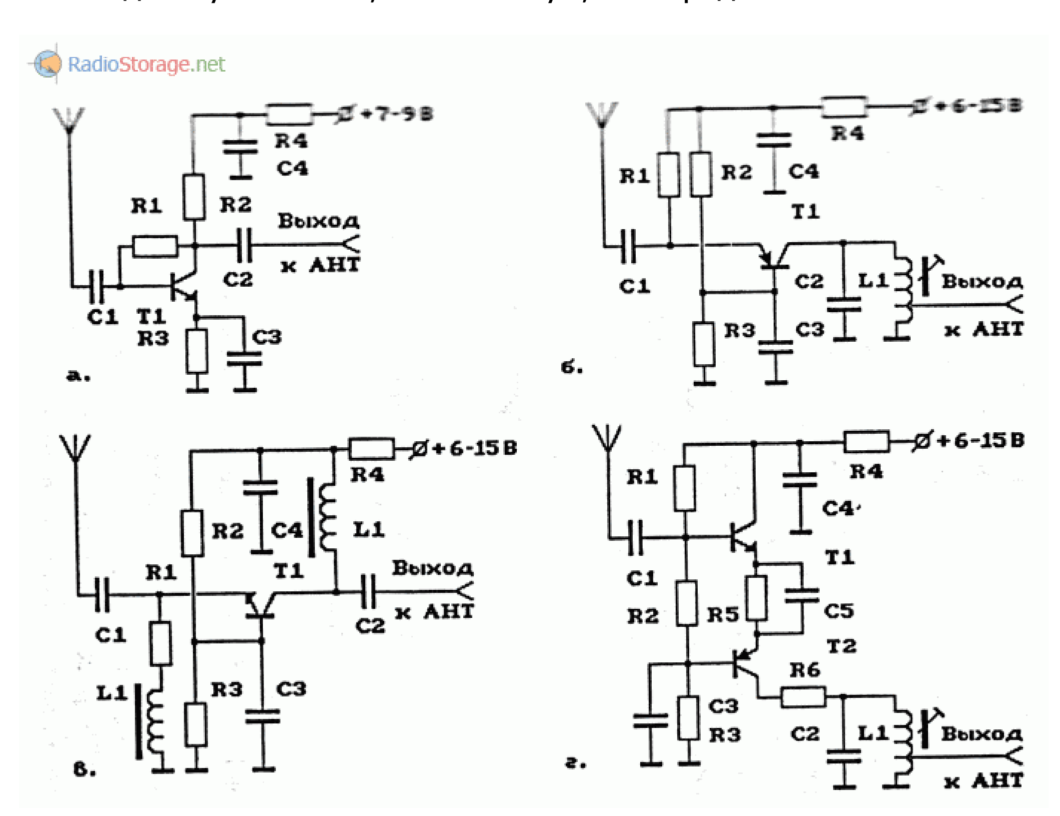


Рис.1. Примеры схем простых усилителей высокой частоты (УВЧ) на транзисторах.

Радиоэлементы для схемы на рис.1 (а):

- R1=51к(для кремниевых транзисторов), R2=470, R3=100, R4=30-100;
- С1=10-20, С2= 10-50, С3= 10-20, С4=500-3н;
- Т1 - кремниевые или германиевые ВЧ-транзисторы, например, КТ315, КТ3102, КТ368, КТ325, ГТ311 и т.д.

Значения конденсаторов приведены для частот УКВ-диапазона. Конденсаторы типа КЛС, КМ, КД и т.д.

Транзисторные каскады, как известно, включенные по схеме с общим эмиттером (ОЭ), обеспечивают сравнительно высокое усиление, но их частотные свойства относительно невысоки.

Транзисторные каскады, включенные по схеме с общей базой (ОБ), обладают меньшим усилением, чем транзисторные схемы с ОЭ, но их частотные свойства лучше. Это позволяет использовать те же транзисторы, что и в схемах с ОЭ, но на более высоких частотах.

На рис.1 (б) приведена **схема широкополосного усилителя высокой частоты (УВЧ)** на одном транзисторе, включенном **по схеме с общей базой**. В коллекторной цепи (нагрузка) включен LC-контур. В зависимости от используемого транзистора данная схема может успешно применяться до частот в сотни мегагерц.

Радиоэлементы для схемы на рис.1 (б):

- R1=1к, R2=10к. R3=15к, R4=51 (для напряжения питания 3В-5В). R4=500-3 к (для напряжения питания 6В-15В);
- С1=10-20, С2= 10-20, С3=1н, С4=1н-3н;
- Т1 - кремниевые или германиевые ВЧ-транзисторы, например. КТ315. КТ3102, КТ368, КТ325, ГТ311 и т.д.

Значения конденсаторов и контура приведены для частот УКВ-диапазона . Конденсаторы типа КЛС, КМ, КД и т.д.

Катушка L1 содержит 6-8 витков провода ПЭВ 0.51, латунные сердечники длиной 8 мм с резьбой М3, отвод от 1/3 части витков.

На рис.1 (в) приведена еще одна схема широкополосного **УВЧ на одном транзисторе**, включенном **по схеме с общей базой**. В коллекторной цепи включен ВЧ-дроссель. В зависимости от используемого транзистора данная схема может успешно применяться до частот в сотни мегагерц.

Радиоэлементы:

- R1=1к, R2=33к, R3=20к, R4=2к (для напряжения питания 6В);
- С1=1н, С2=1н, С3=10н, С4=10н-33н;
- Т1 - кремниевые или германиевые ВЧ-транзисторы, например, КТ315, КТ3102, КТ368, КТ325, ГТ311 и т.д.

Значения конденсаторов и контура приведены для частот СВ-, КВ-диапазона. Для более высоких частот, например, для УКВ-диапазона, значения емкостей должны быть уменьшены. В этом случае могут быть использованы дроссели Д01.

Конденсаторы типа КЛС, КМ, КД и т.д.

Катушки L1 - дроссели, для СВ-диапазона это могут быть катушки на кольцах 600НН-8-К7х4х2, 300 витков провода ПЭЛ 0,1.

Большее значение коэффициента усиления может быть получено за счет применения **многотранзисторных схем**. Это могут быть различные схемы, например, выполненные на основе каскодного усилителя ОК-ОБ на транзисторах разной структуры с последовательным питанием. Один из вариантов такой схемы УВЧ приведен на рис.1 (г).

Данная схема УВЧ обладает значительным усилением (десятки и даже сотни раз), однако каскодные усилители не могут обеспечить значительное усиление на высоких частотах. Такие схемы, как правило, применяются на частотах ДВ- и СВ-диапазона. Однако при использовании транзисторов сверхвысокой частоты и тщательном исполнении такие схемы могут успешно применяться до частот в десятки мегагерц.

Радиоэлементы:

- R1=33к, R2=33к, R3=39к, R4=1к, R5=91, R6=2,2к;
- C1=10н, C2=100, C3=10н, C4=10н-33н. C5=10н;
- T1 -ГТ311, КТ315, КТ3102, КТ368, КТ325 и т.д.
- T2 -ГТ313, КТ361, КТ3107 и т.д.

Значения конденсаторов и контура приведены для частот СВ-диапазона. Для более высоких частот, например, для КВ-диапазона, значения емкостей и инду ктивность контура (число витков) должны быть соответствующим образом уменьшены.

Конденсаторы типа КЛС, КМ, КД и т.д. Катушка L1 - для СВ-диапазона содержит 150 витков провода ПЭЛШО 0.1 на каркасах 7 мм, подстроечники М600НН-3-СС2,8х12.

При настройке схемы на рис.1 (г) необходимо подобрать резисторы R1, R3 так, чтобы напряжения между эмиттерами и коллекторами транзисторов стали одинаковыми и составили 3В при напряжении питания схемы 9 В.

Использование транзисторных УВЧ позволяет усиливать радиосигналы. поступающие от антенн, в теледиапазонах - **метровые и дециметровые волны**. При этом наиболее часто применяются схемы антенных усилителей, построенные на основе схемы 1(а).

Пример схемы антенного усилителя **для диапазона частот 150-210 МГц** приведена на рис.2 (а).

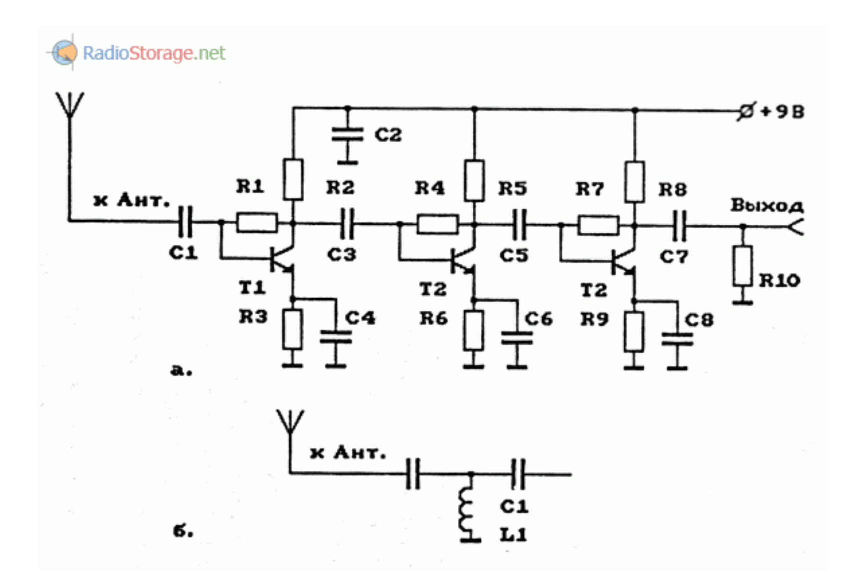


Рис.2.2. Схема антенного усилителя МВ-диапазона.

Радиоэлементы:

- R1=47к, R2=470, R3= 110, R4=47к, R5=470, R6= 110. R7=47к, R8=470, R9=110, R10=75;
- C1=15, C2= 1н, C3=15, C4=22, C5=15, C6=22, C7=15, C8=22;
- Т1,Т2,Т3 - 1Т311(Д,Л), ГТ311Д, ГТ341 или аналогичные.

Конденсаторы типа КМ, КД и т.д. Полосу частот данного антенного усилителя можно расширить в области низких частот соответствующим увеличением емкостей, входящих в состав схемы.

Радиоэлементы для варианта антенного усилителя **для диапазона 50-210 МГц**:

- R1=47к, R2=470, R3= 110, R4=47к, R5=470, R6= 110. R7=47к, R8=470. R9=110, R10=75;
- С 1=47, С2= 1н, С3=47, С4=68, С5=47, С6=68, С7=47, С8=68;
- Т1,Т2,Т3 - ГТ311А, ГТ341 или аналогичные.

Конденсаторы типа КМ, КД и т.д. При повторении данного устройства необходимо соблюдать все требования. предъявляемые к монтажу ВЧ-конструкций: минимальные длины соединяющих проводников, экранирование и т.д.

Антенный усилитель, предназначенный для использования в диапазонах телевизионных сигналов (и более высоких частот) может перегружаться сигналами мощных СВ-, КВ-, УКВ-радиостанций. Поэтому широкая полоса частот может быть неоптимальной, т.к. это может мешать нормальной работе усилителя. Особенно это сказывается в нижней области рабочего диапазона усилителя.

Для схемы приведенного антенного усилителя это может быть существенно, т.к. крутизна спада усиления в нижней части диапазона сравнительно низка.

Повысить крутизну амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) данного антенного усилителя можно применением **фильтра верхних частот 3-го порядка**. Для этого на входе указанного усилителя можно применить дополнительную LC-цепь.

Схема подключения дополнительного LC-фильтра верхних частот к антенному усилителю приведена на рис. 2 (б).

Параметры дополнительного фильтра (ориентировочные):

- С=5-10;
- L - 3-5 витков ПЭВ-2 0,6. диаметр намотки 4 мм.

Настройку полосы частот и формы АЧХ целесообразно проводить с помощью соответствующих измерительных приборов (генератор качающейся частоты и т.д). Форму АЧХ можно регулировать изменением величин емкостей С, С1, изменением шага между витками L1 и числа витков.

Используя описанные схемотехнические решения и современные высокочастотные транзисторы (сверхвысокочастотные транзисторы - СВЧ-транзисторы) можно построить антенный усилитель ДМВ-диапазона Этот усилитель можно использовать как с У КВ-радиоприемником, например, входящим в состав УКВ-радиостанции, или совместно с телевизором.

На рис.3 приведена **схема антенного усилителя ДМВ-диапазона**.

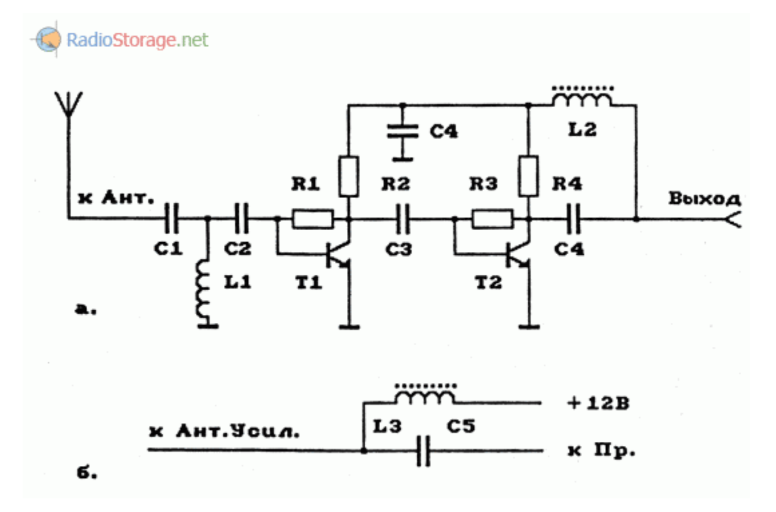


Рис.3. Схема антенного усилителя ДМВ-диапазона и схема подключения.

Основные параметры усилителя ДМВ диапазона:

- Полоса частот 470-790 МГц,
- Усиление - 30 дБ,
- Коэффициент шума -3 дБ,
- Входное и выходное сопротивления - 75 Ом,
- Ток потребления - 12 мА.

Одной из особенностей данной схемы является подача напряжения питания на схему антенного усилителя по выходному кабелю, по которому осуществляется подача выходного сигнала от антенного усилителя к приемнику радиосигнала - УКВ-радиоприемника, например, приемника УКВ-радиостанции или телевизора.

Антенный усилитель представляет собой два транзисторных каскада, включенных по схеме с общим эмиттером. На входе антенного усилителя предусмотрен фильтр верхних частот 3-го порядка, ограничивающий диапазон рабочих частот снизу. Это увеличивает помехозащищенность антенного усилителя.

Радиоэлементы:

- R1 = 150к, R2=1 к, R3=75к, R4=680;
- C1=3.3, C10=10, C3=100, C4=6800, C5=100;
- T1,T2 - КТ3101А-2, КТ3115А-2, КТ3132А-2.
- Конденсаторы C1,C2 типа КД-1, остальные - КМ-5 или К10-17в.
- L1 - ПЭВ-2 0,8 мм, 2,5 витка, диаметр намотки 4 мм.
- L2 - ВЧ-дроссель, 25 мкГн.

На рис.3 (б) приведена схема подключения антенного усилителя к антенному гнезду ТВ-приемника (к селектору ДМВ-диапазона) и к дистанционному источнику питания 12 В. При этом, как видно из схемы, питание на схему подается через коаксиальный кабель, используемый и для передачи усиленного ДМВ-радиосигнала от антенного усилителя к приемнику - УКВ-радиоприемнику или к телевизору.

Радиоэлементы подключения, рис.3 (б):

- C5=100;
- L3 - ВЧ-дроссель, 100 мкГн.

Монтаж выполнен на двустороннем стеклотекстолите СФ-2 навесным способом, длина проводников и площадь контактных площадок - минимальные, необходимо предусмотреть тщательное экранирование устройства.

Налаживание усилителя сводится к установке токов коллекторов транзисторов и регулируются при помощи R1 и R3, T1 - 3.5 мА, T2 - 8 мА; форму АЧХ можно регулировать подбором С2 в пределах 3-10 пФ и изменением шага между витками L1.

Литература: Рудомедов Е.А., Рудометов В.Е - Электроника и шпионские страсти-3.